

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN  
PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI  
BAGIAN TULANGAN TARIK**

**Naskah Publikasi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**GALIH HARYA KENCANA  
NIM : D 100 090 048  
NIRM : 09.6.106.03010.5.0048**

Kepada :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2014**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI BAGIAN TULANGAN TARIK**

#### **Naskah Publikasi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Sipil

diajukan oleh :

**GALIH HARYA KENCANA**

**NIM : D 100 090 048**

**NIRM : 09.6.106.03010.5.0048**

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama ,



**Ir. H. Ali Asroni, M.T.**

**NIK : 484**

Pembimbing Pendamping



**Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.**

**NIK : 732**

## **TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN KAWAT YANG DIPASANG LONGITUDINAL DI BAGIAN TULANGAN TARIK**

### **ABSTRAKSI**

Beton bertulang sebagai elemen balok umumnya diberi tulangan memanjang (tulangan lentur) dan tulangan sengkang (tulangan geser). Tulangan lentur untuk menahan beban momen lentur yang terjadi pada balok, sedangkan tulangan geser untuk menahan beban gaya geser. Balok sebagai elemen struktur yang sekarang dijumpai, dalam aplikasi di lapangan merupakan elemen yang cukup besar peranannya dalam memikul beban, terutama untuk memikul beban lentur. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut perlu dibuat jalan keluar, yaitu dengan pengembangan pembuatan balok beton bertulang dengan penambahan kawat galvanis yang dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik. Kawat galvanis mempunyai kelenturan dan keuletan yang cukup tinggi, sehingga tepat bila digunakan untuk meningkatkan momen lentur balok beton bertulang tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar dan kenaikan momen lentur balok beton bertulang baja biasa dan balok beton bertulang baja dengan penambahan kawat galvanis yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik. Pada penelitian yang diajukan ini, tulangan balok (pada tulangan tarik) perlu diperkuat dengan kawat galvanis yang dipasang longitudinal untuk menambah momen lentur balok tersebut. Bahan yang digunakan dalam penelitian balok beton bertulang ini adalah pasir, semen, kerikil, air, tulangan baja dan kawat galvanis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa  $M_{kap, uji}$  rata-rata balok beton bertulang baja biasa sebesar 11,917 kN.m, sedangkan  $M_{kap, teori}$  rata-rata balok beton bertulang baja sebesar 12,351 kN.m. Dengan demikian besarnya momen kapasitas secara pengujian adalah 3,64 % dari momen kapasitas secara teori.  $M_{kap, uji}$  rata-rata dengan penambahan kawat berdiameter 1,02 mm yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebesar 16,521 kN.m.  $M_{kap, uji}$  rata-rata dengan penambahan kawat berdiameter 1,29 mm yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebesar 18,265 kN.m.  $M_{kap, uji}$  rata-rata dengan penambahan kawat berdiameter 1,63 mm yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebesar 19,101 kN.m. Sehingga selalu ada peningkatan momen lentur tiap penambahan kawat.

**Kata kunci : balok beton bertulang, kawat galvanis, momen kapasitas balok.**

## PENDAHULUAN

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen *portland*, air, dan agregat, dan kadang-kadang bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia dengan perbandingan tertentu.

Bahan susun beton pada dasarnya adalah semen, pasir, kerikil dan air. Perkembangan yang telah sangat dikenal adalah ditemukannya kombinasi antara material beton dan baja tulangan yang digabungkan menjadi satu kesatuan konstruksi dan dikenal sebagai beton bertulang.

Beton bertulang banyak diterapkan pada bangunan teknik sipil, misalnya: bangunan gedung, dinding penahan tanah, bendungan, perkerasan jalan dan bangunan teknik sipil lainnya. Bangunan gedung sendiri terdiri dari beberapa bagian struktur, seperti pondasi, sloof, kolom, balok dan pelat.

## TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan campuran dari semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/batu pecah), dan air. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat/ perekat agregat kasar dan agregat halus yang merupakan komponen utama kekuatan tekan beton, sedangkan air sebagai bahan pembantu reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Beton merupakan bahan bangunan yang mempunyai kuat tekan tinggi tetapi lemah terhadap tarik.

Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% dari kuat tekannya (Neville, 1987). Oleh karena itu, hampir semua konstruksi beton bertulang direncanakan dengan anggapan bahwa, beton sama sekali tidak memikul gaya tarik. Tulanganlah yang digunakan untuk memikul beban tarik tersebut, yaitu gaya tarik pada beton dipindahkan ke

tulangan baja oleh pelekatan antara bidang singgung beton dengan baja tulangan.

## LANDASAN TEORI

Nilai mutu baja dan kawat galvanis sangat dipengaruhi oleh kuat tarik serta diameternya, sehingga perbedaan kuat leleh dan diameternya dapat membedakan kekuatan yang akan terjadi. Data yang diperoleh dari pengujian tarik adalah kuat leleh baja dan kawat. Kuat maksimum baja dan kawat diambil rata-rata dari hasil pengujian benda uji tersebut.

### 1. Kuat tekan beton

Kuat tekan beton diperoleh dengan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang ditekan pada sisi yang berbentuk lingkaran. Besarnya kuat tekan benda uji dapat dihitung dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dengan :

$f'_c$  = kuat tekan beton, (MPa).

P = beban tekan maksimum, (N).

A = luas permukaan benda uji yang tertekan, (mm<sup>2</sup>).

### 2. Kuat lentur balok beton

Suatu balok beton bertulang sederhana (*simple beam*), menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur, maka akan terjadi deformasi lentur didalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, tegangan tekan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik terjadi di bagian bawah dari penampang.

Besarnya kuat lentur beton dari benda uji dihitung dengan rumus:

$$M_{\text{pengujian}} = 1/4(P.L) + 1/8(q.L^2)$$

dengan :

P = Beban runtuh balok, (kN).

L = Jarak antar tumpuan, (mm).

Q = Berat sendiri beton, (kN/mm)

### 3. Momen kapasitas balok beton bertulang

Penampang beton bertulang pada penelitian ini dirancang mengalami keretakan di tengah bentang (pada momen maksimum) dan dihindari adanya keretakan akibat geser dekat tumpuan. Apabila beban bertambah terus, maka retak-retak di tengah bentang bertambah dan retak awal yang sudah terjadi semakin lebar dan semakin panjang menuju sumbu netral penampang.

#### METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

##### 1). Semen *portland*

Semen yang digunakan semen *portland* jenis I dengan merk Tiga Roda.

##### 2). Agregat halus

Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Klaten, Jawa Tengah.

##### 3). Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Wonogiri.

##### 4). Air

Air yang digunakan dari Laboratorium Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

##### 5). Baja tulangan

Baja tulangan yang digunakan untuk tulangan memanjang berdiameter 8 mm sedangkan yang digunakan untuk tulangan begel berdiameter 6 mm yang berasal dari toko bahan bangunan di Surakarta.

##### 6). Kawat galvanis

Kawat galvanis yang digunakan berdiameter 1,63 mm, 1,29 mm dan 1,02 mm yang berasal dari toko bahan bangunan di Surakarta.

Tahapan Penelitian :

- 1). Tahap I : Persiapan bahan-bahan dan alat-alat penelitian.
- 2). Tahap II : Pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian.
- 3). Tahap III : Perancangan dan pembuatan benda uji.
- 4). Tahap IV : Pengujian benda uji.
- 5). Tahap V : Analisis data dan pembahasan.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Bahan

#### 1. Pengujian agregat halus

Tabel. Hasil pengujian agregat halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat SK-SNI-T-15-1990-03	Keterangan
Kadar Lumpur	4,65 %	< 5 %	Memenuhi syarat
Bahan Organik	No. 3 <i>Orange</i>	Tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding	Memenuhi syarat
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,60 gr/cm <sup>3</sup>	2,5 – 2,7 gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi syarat
Nilai <i>Saturated Surface Dry (SSD)</i>	1,31 cm	Minimal ½ tinggi kerucut (3,5cm)	Tidak memenuhi syarat
<i>Absorbtion</i>	2,25 %	< 5 %	Memenuhi syarat
Modulus halus butir	3,6898	1,5 – 3,8	Memenuhi syarat

#### 2. Pengujian agregat kasar

Tabel. Hasil pengujian agregat kasar

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat SK-SNI-T-15-1990-03	Keterangan
Kausan agregat batu pecah	35,72 %	< 40 %	Memenuhi syarat
<i>Bulk specific gravity</i>	2,51 gr/cm <sup>3</sup>	2,5 – 2,7 (gr/cm <sup>3</sup> )	Memenuhi syarat
<i>Absorbtion</i>	1,62 %	< 3 %	Memenuhi syarat
Modulus halus butir	7,9841	5 - 8	Memenuhi syarat

### B. Pengujian Slump

Nilai *slump* yang terjadi > 7,5 cm, maka menurut Bab IV Pasal 4.4 Ayat 3 PBI 1971, dapat digunakan untuk pekerjaan beton pelat, balok, kolom dan dinding.

### C. Pengujian Berat Jenis Silinder Beton

Hasil dari pengujian berat jenis beton rata-rata pada pengujian sebesar 2,389 gr/cm<sup>3</sup>. Sehingga mendekati besarnya berat jenis volume beton rencana yang besarnya 2,370 gr/cm<sup>3</sup>.

### D. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton rata-rata pada hasil pengujian sebesar 18,744 MPa, sehingga mendekati besarnya kuat tekan beton rencana yang besarnya 20 MPa.

### E. Pengujian Kuat Tarik Baja dan Kawat Galvanis

#### 1. Pengujian kuat tarik baja

Besar tegangan kapasitas rata-rata untuk baja tulangan  $\varnothing$  8 adalah 624,56 MPa, sedangkan besar tegangan kapasitas rata-rata untuk baja tulangan  $\varnothing$  6 adalah 520,84 MPa.

#### 2. Pengujian kuat tarik kawat galvanis

esarnya  $M_{kap.uji}$  rata-rata untuk kawat galvanis  $\varnothing$  1,63 pada pengujian 684,71 MPa, kawat galvanis  $\varnothing$  1,29 pada pengujian diperoleh 938,92 MPa, untuk kawat galvanis  $\varnothing$  1,02 pada pengujian diperoleh 765,24 Mpa.

## F. Pengujian Momen Lentur Balok Beton Bertulang

### 1. Momen kapasitas balok berdasarkan perhitungan teoritis

Tabel. Momen kapasitas balok hasil perhitungan teoritis.

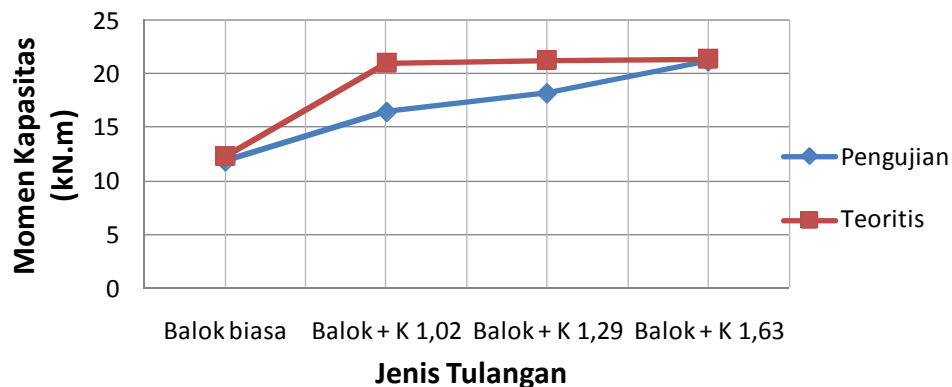
Benda uji	$M_{kap}$ (kN.m)
Balok beton bertulang biasa	12,351
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,02 mm	21,041
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,29 mm	21,328
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,63 mm	21,422

### 2. Momen kapasitas balok berdasarkan hasil uji

Tabel. Momen kapasitas balok hasil uji lab

Benda uji	$P_{rata-rata}$ (kN)	$q_{rata-rata}$ (kN/m)	$M_{kap}$ (kN.m)
Balok beton bertulang biasa	52,90	0,732	11,917
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,02 mm	73,10	0,732	16,521
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,29 mm	80,85	0,732	18,265
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,63 mm	93,85	0,732	21,190

### 3. Perbandingan antara momen kapasitas teori dan momen kapasitas pengujian

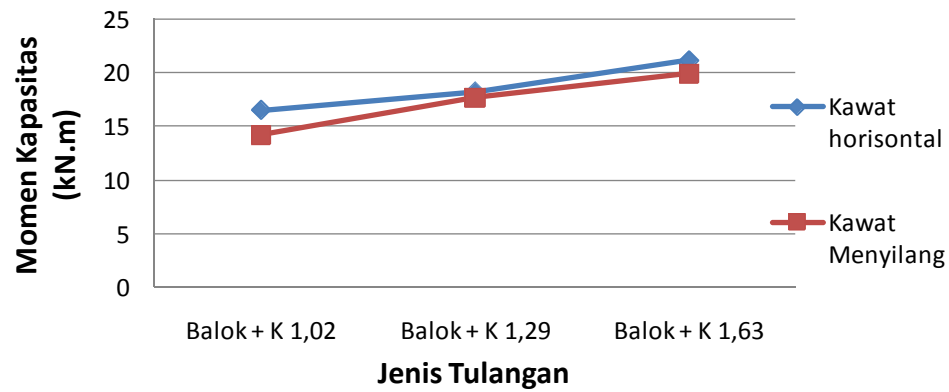


Gambar. Nilai momen kapasitas pengujian dan teoritis

Tabel. Selisih momen kapasitas balok hasil uji dan teoritis

Balok	Momen kapasitas balok (kN/m)		Selisih (%)
	Pengujian	Teoritis	
Balok beton bertulang biasa	11,917	12,351	3,64
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,02	16,521	21,041	27,36
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,29	18,265	21,328	15,77
Balok dengan penambahan kawat $\phi$ 1,63	21,190	21,422	1,09

4. Perbandingan antara momen kapasitas lentur hasil uji balok beton bertulang dengan kawat galvanis yang dipasang menyilang dan dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik.



Gambar. Nilai momen kapasitas lentur hasil pengujian balok beton bertulang dengan kawat galvanis yang dipasang menyilang dan dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik

Tabel. Selisih momen kapasitas hasil uji balok beton dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang dan di pasang longitudinal di bagian tulangan tarik.

Benda uji	Hasil uji momen kapasitas Balok (kN/m)		Selisih (%)
	Kawat longitudinal	Kawat Menyilang	
Balok dengan penambahan kawat $\varnothing$ 1,02	16,521	14,259	15,86
Balok dengan penambahan kawat $\varnothing$ 1,29	18,265	17,679	3,31
Balok dengan penambahan kawat $\varnothing$ 1,63	21,190	19,941	6,26



## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1). Besarnya kuat lentur balok berdasarkan hasil pengujian.
  - a). Balok beton bertulang baja biasa sebesar 11,917 kN.m.
  - b). Balok beton bertulang baja biasa dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,02 mm secara longitudinal dibagian tulangan tarik sebesar 16,521 kN.m.
  - c). Balok beton bertulang baja biasa dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,29 mm secara longitudinal dibagian tulangan tarik sebesar 18,265 kN.m.
  - d). Balok beton bertulang baja biasa dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,63 mm secara longitudinal dibagian tulangan tarik sebesar 21,190 kN.m.
- 2). Persentase kenaikan kuat lentur pada balok beton bertulang yang diperkuat dengan kawat yang dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik, dengan balok beton bertulang biasa.
  - a).  $M_{kap, uji}$  balok bertulang dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,02 mm adalah sebesar 11,917 kN.m, sedangkan  $M_{kap, teori}$  untuk balok dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,02 mm adalah sebesar 16,521 kN.m, sehingga persentase kenaikannya adalah 38,63 %.
  - b).  $M_{kap, uji}$  balok bertulang dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,29 mm adalah sebesar 11,917 kN.m, sedangkan  $M_{kap, teori}$  untuk balok dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,29 mm adalah sebesar 18,265 kN.m, sehingga persentase kenaikannya adalah 53,27 % .
  - c).  $M_{kap, uji}$  balok bertulang dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,63 mm adalah sebesar 11,917 kN.m, sedangkan  $M_{kap, teori}$  untuk balok dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,63 mm adalah sebesar 21,19 kN.m, sehingga persentase kenaikannya adalah 77,81 %.
- 3). Perbandingan momen lentur pengujian dengan momen lentur analitis.
  - a).  $M_{kap, uji}$  rata- rata balok bertulang biasa adalah sebesar 11,917 kN.m sedangkan  $M_{kap, teori}$  rata-rata diperoleh sebesar 12,351 kN.m. Dengan demikian selisih momen hasil uji dan momen analitis sebesar 3,64 %
  - b).  $M_{kap, uji}$  rata- rata balok bertulang dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,03 mm adalah sebesar 16,521 kN.m sedangkan  $M_{kap, teori}$  rata-rata diperoleh sebesar 21,041 kN.m. Dengan demikian selisih momen hasil uji dan momen analitis sebesar 27,36 %
  - c).  $M_{kap, uji}$  rata- rata balok bertulang dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,29 mm adalah sebesar 18,265 kN.m sedangkan  $M_{kap, teori}$  rata-rata diperoleh sebesar 21,328 kN.m. Dengan demikian selisih momen hasil uji dan momen analitis sebesar 16,77 %
  - d).  $M_{kap, uji}$  rata- rata balok bertulang dengan penambahan kawat  $\varnothing$  1,63 mm adalah sebesar 21,190 kN.m sedangkan  $M_{kap, teori}$  rata-rata diperoleh sebesar 21,422 kN.m. Dengan demikian selisih momen hasil uji dan momen analitis sebesar 1,09 %
- 4). Persentase kuat lentur pada balok beton bertulang baja dengan penambahan kawat galvanis yang dipasang secara menyilang dan dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik
  - a). Penambahan kawat  $\varnothing$  1,02 mm mengakibatkan perbedaan selisih kuat lentur antara balok beton dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang sebesar 14,259 kN/m dan longitudinal di bagian tulangan tarik sebesar

16,521 kN/m terjadi selisih 15,86 %

- b). Penambahan kawat  $\varnothing$  1,29 mm mengakibatkan perbedaan selisih kuat lentur antara balok beton dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang sebesar 17,679 kN/m dan longitudinal di bagian tulangan tarik sebesar 18,265 kN/m terjadi selisih 3,31 %
  - c). Penambahan kawat  $\varnothing$  1,63 mm mengakibatkan perbedaan selisih kuat lentur antara balok beton dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang sebesar 19,941 kN/m dan longitudinal di bagian tulangan tarik sebesar 21,190 kN/m terjadi selisih 6,26 %
- 5). Dalam penelitian yang dilakukan ini, penggunaan kawat galvanis yang dipasang longitudinal dibagian tulangan tarik dapat meningkatkan momen lentur balok beton bertulang.

## **B. Saran – saran**

Hal-hal yang dapat disarankan pada penelitian ini antara lain:

- 1). Dalam penelitian yang dilakukan ini, penggunaan kawat galvanis yang dipasang longitudinal di bagian tulangan tarik sangat di anjurkan karena dapat meningkatkan momen lentur lebih besar dari pada pemasangan kawat secara menyilang. Berdasarkan penggunaannya pemasangan kawat galvanis secara longitudinal lebih ekonomis dari pada pemasangan kawat secara menyilang.
- 2). Dalam melakukan pengujian, sebaiknya harus sangat teliti karena dengan kesalahan yang kecil akan mengakibatkan ketidaksesuaian data.
- 3). Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik dari penelitian yang dilakukan ini, yaitu dengan menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak lagi agar didapatkan data yang lebih bervariasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., 2010. *Balok dan Plat Beton Bertulang*, PT Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, N.1-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990. *Pemeriksaan Gradasi, Berat Jenis, Keausan, Kadar Lumpur, dan Penyerapan Air Agregat Halus & Kasar*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1991. *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03. Badan Pengembangan Pekerjaan Umum, Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan, 1994. *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Nawy, E.G., 1998. *Beton Bertulang: Sebuah Pendekatan dasar*. PT. Refika Aditama, Bandung.
- Murdock, L.J., dan K.M. Brook., 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Neville, A. M., 1987. *Concrete Technology*, Longman Scientific & Technical, New York.
- Subakti, A., 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, PT Nafiri, Yogyakarta.
- Vis, W.C., dan Gideon H. Kusuma., 1997. *Dasar – dasar perencanaan beton bertulang*, Erlangga, Jakarta.
- Widanarko, A., 2013. *Tinjauan kuat lentur balok beton bertulang dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang pada tulangan geser*, Tugas Akhir, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.